

## PERPENDICULAR MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND ITS MANUFACTURING METHOD

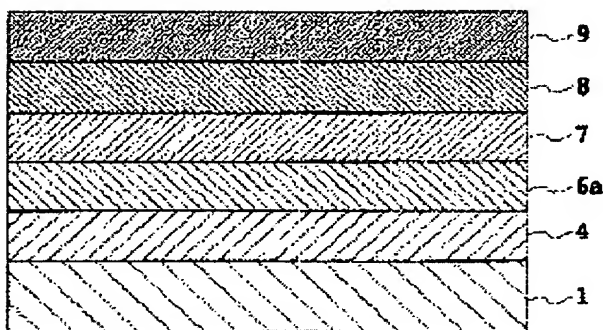
**Patent number:** JP2004220737  
**Publication date:** 2004-08-05  
**Inventor:** SAKAI YASUSHI; WATANABE SADAYUKI  
**Applicant:** FUJI ELECTRIC DEVICE TECHNOLOG  
**Classification:**  
**- international:** G11B5/65; G11B5/667; G11B5/73; G11B5/738; G11B5/851; H01F10/16; H01F10/28; H01F10/30; H01F41/18; G11B5/62; G11B5/64; G11B5/66; G11B5/84; H01F10/00; H01F10/12; H01F41/14; (IPC1-7): G11B5/738; G11B5/65; G11B5/667; G11B5/73; G11B5/851; H01F10/16; H01F10/28; H01F10/30; H01F41/18  
**- european:**  
**Application number:** JP20030009918 20030117  
**Priority number(s):** JP20030009918 20030117

Report a data error here.

### Abstract of JP2004220737

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a perpendicular magnetic recording medium having a good electromagnetic conversion characteristic even under high recording density conditions.

**SOLUTION:** A magnetic recording layer 7 is constituted of a CoCr group alloy film having a granular structure, and a first intermediate layer 6a consisting of Ru metal film or Ru group alloy film having the granular structure is provided between a soft magnetic backlining layer 4 and the magnetic recording layer 7. Also, the layer is provided with a second intermediate layer 6b of non-granular structure of Ru metal film or Ru group alloy film is provided between a soft magnetic backlining layer 4 and the first intermediate layer 6a. Further, a seed layer 5 coming in contact with a lower surface of the first intermediate layer 6a or the second intermediate layer 6b is provided at an upper surface side of the soft magnetic backlining layer 4, and a base layer 2 of at least one layer and a magnetic domain control layer 3 are laminated successively.  
COPYRIGHT: (C)2004,JPO&NCIPI



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-220737

(P2004-220737A)

(43) 公開日 平成16年8月5日(2004.8.5)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 5/738	G 1 1 B 5/738	5 D 0 0 6
G 1 1 B 5/65	G 1 1 B 5/65	5 D 1 1 2
G 1 1 B 5/667	G 1 1 B 5/667	5 E 0 4 9
G 1 1 B 5/73	G 1 1 B 5/73	
G 1 1 B 5/851	G 1 1 B 5/851	
審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 14 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2003-9918 (P2003-9918)  
(22) 出願日 平成15年1月17日(2003.1.17)

(71) 出願人 503361248  
富士電機デバイステクノロジー株式会社  
東京都品川区大崎一丁目11番2号

(74) 代理人 100077481  
弁理士 谷 義一

(74) 代理人 100088915  
弁理士 阿部 和夫

(72) 発明者 酒井 泰志  
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号  
富士電機株式会社内

(72) 発明者 渡辺 貞幸  
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号  
富士電機株式会社内

Fターム(参考) 5D006 BB02 BB07 BB08 CA01 CA03  
CA05 CA06

最終頁に続く

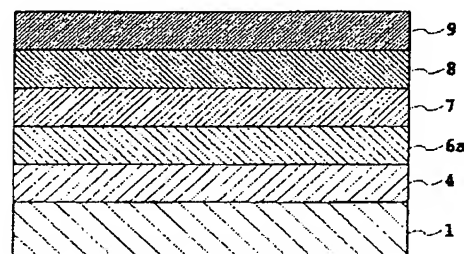
(54) 【発明の名称】 垂直磁気記録媒体およびその製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 高記録密度条件下でも良好な電磁変換特性を有する垂直磁気記録媒体およびその製造方法を提供すること。

【解決手段】 磁気記録層7をグラニューラー構造を有するCoCr系合金膜で構成し、軟磁性裏打層4と磁気記録層7との間に、グラニューラー構造を有するRu金属膜あるいはRu系合金膜からなる第1の中間層6aを設けることとした。また、軟磁性裏打層4と第1の中間層6aとの間に、Ru金属膜あるいはRu系合金膜の非グラニューラー構造の第2の中間層6bを備えるようにした。さらに、軟磁性裏打層4の上面側に、第1の中間層6aまたは第2の中間層6bの下面に接するシード層5を備えるようにし、非磁性基体1と軟磁性裏打層4の間に、少なくとも1層の下地層2と磁区制御層3とを順次積層して備えるようにした。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

非磁性基体上に、少なくとも、軟磁性裏打層と磁気記録層とが順次積層されて構成されている垂直磁気記録媒体であって、

前記磁気記録層はグラニュー構造を有するCoCr系合金膜からなり、

前記軟磁性裏打層と前記磁気記録層との間には、グラニュー構造を有するRu金属膜あるいはRu系合金膜からなる第1の中間層が設けられていることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

## 【請求項2】

前記軟磁性裏打層と前記第1の中間層との間に、非グラニュー構造の第2の中間層を備え、

当該第2の中間層が、Ru金属膜あるいはRu系合金膜で構成されていることを特徴とする請求項1に記載の垂直磁気記録媒体。

## 【請求項3】

前記軟磁性裏打層の上面側には、前記第1の中間層または前記第2の中間層の下面に接するシード層を備えていることを特徴とする請求項1または2に記載の垂直磁気記録媒体。

## 【請求項4】

前記非磁性基体と前記軟磁性裏打層の間には、少なくとも1層の下地層と磁区制御層とを順次積層して備えていることを特徴とする請求項1乃至3の何れかに記載の垂直磁気記録媒体。

## 【請求項5】

前記シード層は、面心立方構造もしくは六方最密充填構造を有する単金属膜あるいは合金膜で構成されていることを特徴とする請求項1乃至4の何れかに記載の垂直磁気記録媒体。

## 【請求項6】

前記軟磁性裏打層は、非晶質のCo系合金で構成されていることを特徴とする請求項1乃至5の何れかに記載の垂直磁気記録媒体。

## 【請求項7】

前記磁区制御層は、Mn合金系の反強磁性膜または前記非磁性基体の半径方向に磁化配向させた硬質磁性膜の何れかであり、

前記下地層は、前記磁区制御層が前記反強磁性膜である場合には面心立方構造を有する非磁性単金属あるいは非磁性合金であり、前記磁区制御層が前記硬質磁性膜である場合にはCr合金である、ことを特徴とする請求項1乃至6の何れかに記載の垂直磁気記録媒体。

## 【請求項8】

前記非磁性基体は、NiPメッキを施したAl合金基板、強化ガラス基板、または、結晶化ガラス基板、の何れかであることを特徴とする請求項1乃至7の何れかに記載の垂直磁気記録媒体。

## 【請求項9】

請求項1乃至8の何れかに記載の垂直磁気記録媒体を製造するための方法であって、

前記第1の中間層を、10～100mTorrのガス圧条件下でスパッタ成膜することを特徴とする垂直磁気記録媒体の製造方法。

## 【請求項10】

請求項2乃至8の何れかに記載の垂直磁気記録媒体を製造するための方法であって、

前記第2の中間層を、3.0mTorr以下のガス圧条件下でスパッタ成膜することを特徴とする垂直磁気記録媒体の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は垂直磁気記録媒体およびその製造方法に関し、より詳細には、高記録密度条件下でも良好な電磁変換特性を有する垂直磁気記録媒体およびその製造方法に関する。

## 【 0 0 0 2 】

## 【 従 来 の 技 術 】

近年のパーソナルコンピュータやワークステーションの記憶装置には、大容量で小型の磁気記録装置が用いられており、このような磁気記録装置の記録メディアである磁気ディスクには、さらなる高記録密度化が要求されている。

## 【 0 0 0 3 】

垂直磁気記録方式で作製される磁気ディスクは、磁性膜の磁化容易軸が基板面に対して垂直方向に配向した磁気記録媒体であり、磁化遷移領域において隣り合った磁化同士が互いに向き合っていないためにビット長が短くなっても磁化安定性が高くかつ磁束の減少も心配なく高密度磁気記録媒体として適しているとの理由から、従来の長手磁気記録方式に代えて垂直磁気記録方式が注目されてきている。 10

## 【 0 0 0 4 】

垂直磁気記録媒体に設けられる磁気記録層の材料としては、現在、主としてCoCr系合金結晶質膜が検討されており、垂直磁気記録に用いるべく、hcp構造をもつCoCr系合金のc軸が膜面に垂直(c面が膜面に平行)になるように結晶配向を制御している。また、CoCr系合金を磁気記録層とする垂直磁気記録媒体の今後の更なる高記録密度化のために、CoCr系結晶粒の微細化、粒径ばらつきの低減、磁氣的な粒間相互作用の低減などが試みられている。

## 【 0 0 0 5 】

一方、長手記録媒体の高記録密度化のための磁性層構造制御の一方式として、磁性結晶粒の周囲を酸化物や窒化物のような非磁性非金属物質で囲んだ構造をもつ磁性層(グラニューラー磁性層)が、特許文献1や特許文献2などで提案されている。グラニューラー磁性膜は、非磁性非金属の粒界相が磁性粒子を物理的(空間的)に分離するため、磁性粒子間の磁氣的な相互作用が低下し、記録ビットの遷移領域に生じるジグザグ磁壁の形成を抑制するため、低ノイズ特性が得られるものと考えられている。 20

## 【 0 0 0 6 】

また、これらの技術を組み合わせ、垂直磁気記録媒体の記録層としてグラニューラー磁性層を用いることも提案されている。例えば非特許文献1には、Ruを下地層とし、グラニューラー構造のCoPtCrO合金を磁性層とした垂直磁気記録媒体が記載されており、このような垂直磁気記録媒体では、グラニューラー磁性層の下地層であるRu層の膜厚を厚くするに伴ってグラニューラー磁性層のc軸配向性が向上し、それにより優れた磁気特性と電磁変換特性とが得られている。 30

## 【 0 0 0 7 】

上述したグラニューラー垂直磁気記録媒体は、比較的良好な磁気特性と電磁変換特性を示すものの、更に高記録密度化を図るためには、グラニューラー磁性層の結晶粒径を微細化し、かつ、粒界に析出される酸化物の量を増大させることによって、磁性粒子間の磁氣的相互作用を極力低減していく必要があると考えられる。

## 【 0 0 0 8 】

## 【 特 許 文 献 1 】

特開平8-255342号公報

## 【 0 0 0 9 】

## 【 特 許 文 献 2 】

米国特許第5,679,473号明細書

## 【 0 0 1 0 】

## 【 非 特 許 文 献 1 】

IRRR Trans. Mag., Vol. 36, p. 2393 (2000).

## 【 0 0 1 1 】

## 【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

しかしながら、グラニューラー構造を有する磁気記録層の初期成長段階から、粒界への酸化物の偏析を十分に促進させることは非常に困難であった。これは、高分解能化・低ノイズ 50

化のために磁気記録層の膜厚を薄くした場合には、磁気記録層の膜厚が薄くなればなるほど、ますます成長初期層での偏析の影響が大きくなっていくことを意味している。

【0012】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、磁気記録層の初期成長の段階から偏析を促進させ、高記録密度条件下でも良好な電磁変換特性を有する垂直磁気記録媒体およびその製造方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明は、このような目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、非磁性基体上に、少なくとも、軟磁性裏打層と磁気記録層とが順次積層されて構成されている垂直磁気記録媒体であって、前記磁気記録層はグラニューラー構造を有するC o C r系合金膜からなり、前記軟磁性裏打層と前記磁気記録層との間には、グラニューラー構造を有するR u金属膜あるいはR u系合金膜からなる第1の中間層が設けられていることを特徴とする。

【0014】

また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の垂直磁気記録媒体において、前記軟磁性裏打層と前記第1の中間層との間に、非グラニューラー構造の第2の中間層を備え、当該第2の中間層が、R u金属膜あるいはR u系合金膜で構成されていることを特徴とする。

【0015】

また、請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の垂直磁気記録媒体において、前記軟磁性裏打層の上面側には、前記第1の中間層または前記第2の中間層の下面に接するシード層を備えていることを特徴とする。

【0016】

また、請求項4に記載の発明は、請求項1乃至3の何れかに記載の垂直磁気記録媒体において、前記非磁性基体と前記軟磁性裏打層の間には、少なくとも1層の下地層と磁区制御層とを順次積層して備えていることを特徴とする。

【0017】

また、請求項5に記載の発明は、請求項1乃至4の何れかに記載の垂直磁気記録媒体において、前記シード層は、面心立方構造もしくは六方最密充填構造を有する単金属膜あるいは合金膜で構成されていることを特徴とする。

【0018】

また、請求項6に記載の発明は、請求項1乃至5の何れかに記載の垂直磁気記録媒体において、前記軟磁性裏打層は、非晶質のC o系合金で構成されていることを特徴とする。

【0019】

また、請求項7に記載の発明は、請求項1乃至6の何れかに記載の垂直磁気記録媒体において、前記磁区制御層は、M n合金系の反強磁性膜または前記非磁性基体の半径方向に磁化配向させた硬質磁性膜の何れかであり、前記下地層は、前記磁区制御層が前記反強磁性膜である場合には面心立方構造を有する非磁性単金属あるいは非磁性合金であり、前記磁区制御層が前記硬質磁性膜である場合にはC r合金である、ことを特徴とする。

【0020】

また、請求項8に記載の発明は、請求項1乃至7の何れかに記載の垂直磁気記録媒体において、前記非磁性基体は、N i Pメッキを施したA l合金基板、強化ガラス基板、または、結晶化ガラス基板、の何れかであることを特徴とする。

【0021】

また、請求項9に記載の発明は、請求項1乃至8の何れかに記載の垂直磁気記録媒体を製造するための方法であって、前記第1の中間層を、10～100mT o r rのガス圧条件下でスパッタ成膜することを特徴とする。

【0022】

さらに、請求項10に記載の発明は、請求項2乃至8の何れかに記載の垂直磁気記録媒体を製造するための方法であって、前記第2の中間層を、30mT o r r以下のガス圧条件下でスパッタ成膜することを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

【 発 明 の 実 施 の 形 態 】

以下に、図面を参照して本発明の垂直磁気記録媒体について説明する。

【 0 0 2 4 】

図 1 ～ 4 は、本発明の垂直磁気記録媒体の第 1 ～ 4 の構成例を説明するための図である。

【 0 0 2 5 】

図 1 に示した第 1 の構成例は、非磁性基体 1 上に、軟磁性裏打層 4 と、第 1 の中間層 6 a と、グラニューラー構造の磁気記録層 7 と、保護層 8 と、が順次積層された構造を有しており、保護層 8 の上には液体潤滑剤層 9 が設けられている。また、図 2 に示した第 2 の構成例では、第 1 の構成例における軟磁性裏打層 4 と第 1 の中間層 6 a との間に、第 2 の中間層 6 b を設けた構造となっており、図 3 に示した第 3 の構成例では、第 2 の構成例における軟磁性裏打層 4 と第 2 の中間層 6 b との間にシード層 5 を設けた構造となっている。さらに、図 4 に示した第 4 の構成例では、第 3 の構成例における非磁性基体 1 と軟磁性裏打層 4 の間に、少なくとも 1 層からなる下地層 2 と磁区制御層 3 とを順次積層して備えて垂直磁気記録媒体が構成されている。

【 0 0 2 6 】

本発明の垂直磁気記録媒体の非磁性基体 1 としては、通常の磁気記録媒体用基板に用いられる Ni P メッキを施した Al 合金や強化ガラスあるいは結晶化ガラス等を用いることができる。

【 0 0 2 7 】

軟磁性裏打層 4 は、Ni Fe 系合金やセンダスト ( Fe Si Al ) 合金等の材料で形成することができるが、より良好な電磁変換特性を得るためには、非晶質の Co 合金 (例えば、Co Nb Zr、Co Ta Zr など) を用いることが好ましい。なお、軟磁性裏打層 4 の最適な膜厚は、磁気記録に使用する磁気ヘッドの構造や特性に応じて変化するが、生産性の観点からは、10 ～ 300 nm とすることが好ましい。

【 0 0 2 8 】

第 1 の中間層 6 a は、後述する磁気記録層 7 の結晶成長の初期から粒界への酸化物の偏析を促進させるために用いられるためのもので、この第 1 の中間層 6 a は、Ru 金属若しくは Ru 系合金からなるグラニューラー構造を有する結晶質膜である。この中間層のより具体的な構造は、Ru 金属または Ru 系合金の結晶粒とそれを取り巻く粒界とからなり、その粒界には、金属の酸化物または窒化物が存在して結晶粒同士を物理的に分離している。このような粒界を形成する酸化物や窒化物を構成する金属元素としては、Cr, Si, Al, Ti, Ta, Zr 等が挙げられる。

【 0 0 2 9 】

このようなグラニューラー構造は、例えば、粒界を構成する酸化物や窒化物を含有する Ru 合金ターゲットを用いてスパッタリングする方法や、粒界を形成する金属元素を含有する Ru 系合金をターゲットとして用い、酸素あるいは窒素を混合させた Ar ガス中で反応性スパッタリングする方法で成膜することで得ることが可能である。

【 0 0 3 0 】

なお、第 1 の中間層 6 a の膜厚には特に限定はないが、記録再生分解能や生産性を向上させる観点からは、磁気記録層 7 の構造を制御するために必要最小限の膜厚とすることが好ましい。さらに、第 1 の中間層 6 a を成膜する際には、成膜時に使用するガスの圧力を 10 ～ 10.0 m T o r r に設定して実行することが好ましい。

【 0 0 3 1 】

磁気記録層 7 は、強磁性を有する Co Cr 系合金結晶粒とそれを取り巻く非磁性粒界とからなり、かつ、その非磁性粒界が金属の酸化物または窒化物からなるグラニューラー構造を有する磁性層である。なお、この磁気記録層 7 を構成する強磁性材料の Co Cr 系合金を、Co Cr 合金に Pt, Ni, Ta, B のうちの少なくとも 1 つの元素を添加した合金とすることにより優れた磁気特性と記録再生特性とを得ることができる。また、非磁性粒界を構成する材料として、Cr, Co, Si, Al, Ti, Ta, Hf, Zr のうちの少な

くとも 1 つの元素の酸化物を用いると、安定なグラニューラー構造が形成される。

【 0 0 3 2 】

このようなグラニューラー構造は、例えば、非磁性粒界を構成する酸化物や窒化物を含有させた強磁性金属をターゲットとしてスパッタリング成膜したり、強磁性金属をターゲットとして酸素や窒素を混合させた A r ガス中で反応性スパッタリング成膜することなどの方法で得られる。なお、良好な磁気特性を得るためには、成膜時のガス圧を 1 0 m T o r r 以上にすることが望ましい。

【 0 0 3 3 】

磁気記録層 7 の膜厚は 5 ~ 3 0 n m の範囲に設定することが好ましい。膜厚が 5 n m よりも薄い場合には磁気記録層としての特性が充分には得られず、また、記録再生分解能を高めるためには 3 0 n m よりも薄くする必要があるためである。 10

【 0 0 3 4 】

第 2 ~ 4 の構成例で示した第 2 の中間層 6 b は、第 1 の中間層 6 a の結晶配向性と結晶粒径およびグラニューラー構造の粒界偏析を好適に制御するために用いられるための層で、この第 2 の中間層 6 b の材料としては、h c p 構造を有する R u 金属膜または R u 系合金膜が用いられる。

【 0 0 3 5 】

その膜厚は特に限定されるものではないが、記録再生分解能および生産性の向上の観点からは、第 1 の中間層 6 a の構造制御のために必要最小限の膜厚とすることが好ましい。なお、第 1 の中間層 6 a の構造制御を高い精度で行なうためには、この第 2 の中間層 6 b を成膜する際のガス圧力を 3 0 m T o r r 以下に設定することが好ましい。 20

【 0 0 3 6 】

第 3 および第 4 の構成例で示したシード層 5 は、第 2 の中間層 6 b の結晶配向性と結晶粒径の制御を介して、最終的には第 1 の中間層 6 a の結晶配向性と結晶粒径およびグラニューラー構造の粒界偏析を好適に制御するために設けられるもので、その構成材料としては、面心立方 ( f c c ) 構造あるいは六方最密充填 ( h c p ) 構造を有する単金属膜あるいは合金膜が好ましい。

【 0 0 3 7 】

このシード層 5 として N i F e 系合金のような軟磁性材料を用いると、磁気記録ヘッドと軟磁性裏打層 4 との空間的な距離を必要以上に広げることなく第 2 の中間層 6 b の構造制御が可能となるために特に好ましい。また、その膜厚は特に限定されるものではないが、第 2 の中間層 6 b の構造制御のために必要な最小限の膜厚とすることが望ましい。 30

【 0 0 3 8 】

第 4 の構成例で示した磁区制御層 3 は、軟磁性裏打層 4 に形成される磁壁に起因して発生するスパイクノイズを抑制するために設けられるものであり、下地層 2 はこの磁区制御層 3 の成長の下地として設けられるものである。

【 0 0 3 9 】

磁区制御層 3 としては、M n を含む合金系からなる反強磁性膜や、非磁性基体 1 の半径方向に磁化を配向させた硬質磁性膜を用いることができる。なお、この磁区制御層 3 の膜厚は 5 ~ 3 0 0 n m 程度に設計することが好ましい。 40

【 0 0 4 0 】

磁区制御層 3 として M n 合金系の反強磁性膜を用いる場合の下地層 2 としては、面心立方構造を有する非磁性単金属あるいは非磁性合金等を用いることが望ましい。また、磁区制御層 3 として硬質磁性膜を用いる場合の下地層 2 としては、C r 合金等を用いることができる。このような下地層 2 は単一の層で構成する必要はなく、所望により、非磁性基体 1 と磁区制御層 3 との間に複数の層を設けて下地層 2 を構成し、磁区制御層 3 の微細構造を制御するようにしてもよい。

【 0 0 4 1 】

なお、保護層 8 および液体潤滑剤層 9 は、一般的に使用されている保護膜で構成することが可能であり、保護層 8 としては、例えば、カーボンを主体とする保護膜を用いることが 50

でき、液体潤滑剤層9としては、例えば、パーフルオロポリエーテル系の潤滑剤を用いることができる。また、保護層8および液体潤滑剤層9の膜厚等の条件は、通常の磁気記録媒体で用いられる諸条件をそのまま用いることができる。

【0042】

以下に、実施例により本発明の垂直磁気記録媒体についてより詳しく説明する。なお、以下の実施例は本発明を好適に説明するための例に過ぎず、本発明をなんら限定するものではない。また、特に説明しない限り、各層の成膜は、実施例1で説明する条件で実行されたものである。

【0043】

(実施例1)

非磁性基体1として、表面が平滑な化学強化ガラス基板を用い、これを洗浄後スパッタ装置内に導入し、CoZrNbターゲットを用いてCoZrNb軟磁性裏打ち層を200nm成膜した。これに連続して、RFスパッタ法により、酸化物あるいは窒化物を含むRuあるいはRu系合金ターゲットを用いて第1の中間層6aを30nm成膜した後、CoCrPt-SiO<sub>2</sub>ターゲットを用いて磁気記録層7を20nm成膜した。最後にカーボンからなる5nmの保護層8を成膜した後、真空装置から取り出してパーフルオロポリエーテルの2nmの液体潤滑剤層9をディップ法で形成して、図1に示した構造の垂直磁気記録媒体とした。なお、第1の中間層6aの形成に際しては、成膜ガスの全流量並びに真空装置と真空ポンプとの間に設けられたバルブの開度を調整することにより、真空装置内のガス圧を5〜150mTorrまで変化させた。また、磁気記録層7の成膜は20mTorr、保護層8の成膜は5mTorrのガス圧条件下にて実行した。

10

20

【0044】

さらに、比較のため、非グラニュー構造を有するRuからなる第1の中間層を備えた垂直磁気記録媒体(比較例1)、および、同じく非グラニュー構造を有するTiCrからなる第1の中間層を備えた垂直磁気記録媒体(比較例2)、を作製した。なお、これらの比較例の垂直磁気記録媒体の構成は、上記第1の中間層の構造以外は同じものである。

【0045】

表1は、第1の中間層の膜組成と磁気記録層の膜特性との関係を説明するためのもので、実施例1および比較例1〜2の垂直磁気記録媒体の結晶性(X線ロッキングカーブの半値幅( $\Delta\theta_{50}$ ))および磁気特性(保磁力( $H_c$ ))および電磁変換特性として線記録密度400kFCIでの信号とノイズの強度比(SNR))を評価した結果を纏めたものである。

30

【0046】

【表1】

	第1の中間層	$\Delta\theta_{50}$ (deg.)	$H_c$ (Oe)	SNR (dB)
実施例1	Ru-SiO <sub>2</sub>	6.2	4950	12.1
比較例1	Ru	4.8	4730	11.5
比較例2	TiCr	18.0	2880	6.3

40

【0047】

ここで、X線ロッキングカーブの半値幅 $\Delta\theta_{50}$ は、CoCr系結晶粒の配向性を調べるためのもので、hcp(002)面からの回折X線のロッキングカーブを測定しその半値幅を求めて $\Delta\theta_{50}$ とした。また、磁気特性は、Kef f効果測定装置による測定結果、および、電磁変換特性は、SPT/GMRヘッドを用いたスピンスランドテスターによる測定結果に基づくものである。

【0048】

50



第1の中間層としてTiCrを用いた比較例2の垂直磁気記録媒体のX線ロッギングカーブの半値幅 $\Delta\theta_{50}$ は18.0°とかなり大きい値を示しており、磁気記録層の結晶配向性が低いことを意味している。そして、この結晶配向性の低さに対応して、保磁力Hcも比較的低く、かつ、SNRも悪くなっている。

【0049】

これに対して、hcp構造を有するRuを第1の中間とする比較例1の垂直磁気記録媒体では、X線ロッギングカーブの半値幅 $\Delta\theta_{50}$ が4.8°となっており、磁気記録層の結晶配向性が格段に向上していることを示している。また、この結晶配向性の向上に対応してHcとSNRも良好な値を示している。

【0050】

この比較例1の垂直磁気記録媒体と、SiO<sub>2</sub>入りのRu(Ru-SiO<sub>2</sub>)を第1の中間層とした実施例1の垂直磁気記録媒体とを比較すると、実施例1の垂直磁気記録媒体のX線ロッギングカーブの半値幅 $\Delta\theta_{50}$ は比較例1の垂直磁気記録媒体に比較して若干高い値を示すものの、磁気記録層内での偏析構造の形成が促進されることに起因して、Hcが増加するとともにSNRも良好な値を示すようになることがわかる。

【0051】

表2は、第1の中間層の成膜時のガス圧と磁気記録層の膜特性との関係を説明するためのもので、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を含有するRuで第1の中間層を構成し、この第1の中間層の成膜時のガス圧をパラメータとした場合の垂直磁気記録媒体の各特性を纏めたものである。

【0052】

【表2】

第1の中間層の 成膜ガス圧 (mTorr)	$\Delta\theta_{50}$ (deg.)	Hc (Oe)	SNR (dB)
5	5.8	4210	8.3
10	6.3	4880	12.0
50	6.4	4940	12.2
100	6.8	4870	11.8
150	10.1	3820	9.7

【0053】

5mTorrで成膜した第1の中間層を備える垂直磁気記録媒体では、この第1の中間層の上に成膜される磁気記録層の結晶配向性が向上することに対応して $\Delta\theta_{50}$ は5.8°と比較的小さな値を示す。しかしながら、磁気記録層を構成する結晶粒間への酸化物の偏析が不十分であることから、SNRは8.3dBとかなり低い値しか得られない。

【0054】

一方、150mTorrで成膜した第1の中間層を備える垂直磁気記録媒体では、磁気記録層を構成する結晶粒間への酸化物の偏析の進行は助長されるものの結晶配向性が低く、 $\Delta\theta_{50}$ は10.1°と大きな値となってしまう、SNRも10dB以下の値(9.7dB)となってしまう。

【0055】

これらの垂直磁気記録媒体に対し、10～100mTorrのガス圧条件で作製した垂直磁気記録媒体では、磁気記録層の結晶配向性も高く、かつ、結晶粒間への酸化物の偏析も十分に進行するため、12dB前後の良好なSNRが得られている。

【0056】

これらの結果より、第1の中間層は10～100mTorrのガス圧範囲で成膜することが好ましいことがわかる。

【0057】

## ( 実施例 2 および実施例 3 )

実施例 2 の垂直磁気記録媒体は、非磁性基体 1 として表面が平滑な化学強化ガラス基板を用い、これを洗浄後スパッタ装置内に導入し、CoZrNb ターゲットを用いて CoZrNb 軟磁性裏打層 4 を 200 nm 成膜した。これに続いて、RF スパッタ法により、Al 窒化物を含む Ru あるいは Ru 系合金ターゲットを用いて Ru-AlN の組成のグラニューラー構造の第 1 の中間層 6 a を 15 nm 成膜した後、CoCrPt-SiO<sub>2</sub> ターゲットを用いて磁気記録層 7 を 20 nm 成膜した。最後にカーボンからなる 5 nm の保護層 8 を成膜した後、真空装置から取り出してパーフルオロポリエーテルの 2 nm の液体潤滑剤層 9 をディップ法で形成して、図 1 に示した構造の垂直磁気記録媒体とした。

【 0 0 5 8 】

実施例 3 の垂直磁気記録媒体は、上述した実施例 2 における CoZrNb 軟磁性裏打層 4 の成膜後、Ru-AlN の組成の第 1 の中間層 6 a の成膜前に、Ru あるいは Ru 系合金ターゲットを用いて RuW の組成の非グラニューラー構造の第 2 の中間層 6 b を 15 nm 成膜して図 2 に示した構成とした。

【 0 0 5 9 】

表 3 は、このようにして作製した実施例 2 および実施例 3 の垂直磁気記録媒体の各特性を纏めたものである。

【 0 0 6 0 】

【 表 3 】

	第 2 の中間層	第 1 の中間層	$\Delta \theta_{50}$ (deg.)	H <sub>c</sub> (Oe)	SNR (dB)
実施例 2	なし	Ru-AlN	6.0	4910	12.0
実施例 3	RuW	Ru-AlN	4.7	5210	13.4

【 0 0 6 1 】

この表から判るように、非グラニューラー構造を有する第 2 の中間層を付与した実施例 3 の垂直磁気記録媒体では、磁気記録層の結晶配向性の度合いを示す  $\Delta \theta_{50}$  の値 ( 4. 7 ° ) が、第 2 の中間層を設けない構成の実施例 2 の垂直磁気記録媒体の  $\Delta \theta_{50}$  の値 ( 6. 0 ° ) よりも低く、磁気記録層の結晶配向が促進されている。また、この配向性の向上に伴って、H<sub>c</sub> および SNR も向上している。

【 0 0 6 2 】

( 実施例 4 )

第 2 の中間層の組成を RuCr とし、第 1 の中間層の組成を Ru-BN として、図 2 に示した構成の垂直磁気記録媒体を作製した。また、第 2 の中間層の成膜ガス圧をパラメータとして 2 ~ 50 mTorr の範囲で変化させて 5 つの垂直磁気記録媒体を作製した。なお、第 2 の中間層以外の成膜条件は、上述した実施例 3 と同様である。

【 0 0 6 3 】

表 4 は、このようにして作製した垂直磁気記録媒体の各特性を、第 2 の中間層の成膜ガス圧をパラメータとして纏めたものである。

【 0 0 6 4 】

【 表 4 】

第2の中間層の 成膜ガス圧 (mTorr)	$\Delta \theta_{50}$ (deg.)	Hc (Oe)	SNR (dB)
2	4.6	5190	13.2
5	4.8	5170	13.2
10	4.9	5160	13.1
30	5.3	4560	12.4
50	8.3	3770	9.5

## 【0065】

第2の中間層を30mTorr以下のガス圧で成膜すると、その上に形成される第1の中間層の結晶配向性が高くなり、その結果磁気記録層の結晶配向性も向上して $\Delta \theta_{50}$ の値は5°以下となる。また、Hcも4500Oe以上の高い値が得られており、結果としてSNRも12dB以上の良好な値が得られている。

## 【0066】

これに対し、第2の中間層を30mTorrよりも高いガス圧で成膜した場合には、第1の中間層の結晶配向性が低下するため、磁気記録層の結晶配向性も低下し、その結果、HcおよびSNRも低い値となってしまう。

20

## 【0067】

このように、第2の中間層を成膜する際のガス圧は30mTorr以下にする必要があることがわかる。

## 【0068】

(実施例5および実施例6)

Ruの第2の中間層およびRu-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の第1の中間層の成膜に先立ち、軟磁性裏打層の上に、NiFeNbMoターゲットを用いてNiFeNbMoの組成のシード層を20nmの膜厚で成膜して、図3に示した構成の垂直磁気記録媒体を作製した。また、このシード層を設けた効果を確認するために、シード層なしの図2に示した構成の垂直磁気記録媒体も同様に作製した。

30

## 【0069】

表5は、このようにして作製された、シード層なしの垂直磁気記録媒体(実施例5)およびシード層ありの垂直磁気記録媒体(実施例6)の各特性を纏めたものである。

## 【0070】

## 【表5】

	シード層	第2の中間層	第1の中間層	$\Delta \theta_{50}$ (deg.)	Hc (Oe)	SNR (dB)
実施例5	なし	Ru	Ru-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.8	5140	13.0
実施例6	NiFeNbMo	Ru	Ru-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.3	5360	13.8

40

## 【0071】

この結果から判るように、第2の中間層の下にシード層を設けることにより、磁気記録層の $\Delta \theta_{50}$ の値は4.8°から4.3°となって結晶配向性が向上している。これは、シード層の介在により、第2および第1の中間層の結晶性が高まり、これによって磁気記録層の結晶配向性が向上したことに起因しており、これに伴って、HcおよびSNRも高い値を示すようになる。

## 【0072】

(実施例7および実施例8)

50

非磁性基体として、表面が平滑な化学強化ガラス基板を用い、これを洗浄後スパッタ装置内に導入し、この基板の上に、下地層と磁区制御層とを順次積層させ、この磁区制御層上に200nmのCoZrNbの軟磁性裏打層を成膜して図4に示した構成の垂直磁気記録媒体を作製した(実施例7)。

#### 【0073】

ここで設けた下地層は2層からなり、基板側の第1の下地層として5nmのTa膜、軟磁性裏打層側の第2の下地層として5nmのNiFeCr膜を用いた。また、磁区制御層として10nmのIrMn膜を用いている。

#### 【0074】

また、比較のため、下地層および磁区制御層を設けない構成の垂直磁気記録媒体(実施例8)も同時に作製し、これらの層を設けることにより得られる効果を確認することとした。なお、何れの垂直磁気記録媒体においても、第2の中間層はRu膜、第1の中間層はRu-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜である。

#### 【0075】

図5は、このようにして得られた実施例7および実施例8の垂直磁気記録媒体から得られた、スピンスランドテスターによる1周分の出力波形を説明するための図である。下地層と磁区制御層を設けていない実施例8の垂直磁気記録媒体の出力波形は、全周に渡り不均一にスパイクノイズが発生しているのに対して、下地層と磁区制御層を設けた実施例7の垂直磁気記録媒体では、スパイクノイズは全く発生していない。これは、下地層と磁区制御層を付与することで軟磁性裏打層に磁壁が形成され難くなり、これによりノイズが低減されるためである。

#### 【0076】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明の垂直磁気記録媒体では、磁気記録層をグラニューラー構造を有するCoCr系合金膜で構成し、軟磁性裏打層と磁気記録層との間に、グラニューラー構造を有するRu金属膜あるいはRu系合金膜からなる第1の中間層を設けることとした。また、軟磁性裏打層と第1の中間層との間に、Ru金属膜あるいはRu系合金膜の非グラニューラー構造の第2の中間層を備えるようにした。さらに、軟磁性裏打層の上面側に、第1の中間層または第2の中間層の下面に接するシード層を備えるようにし、非磁性基体と軟磁性裏打層の間に、少なくとも1層の下地層と磁区制御層とを順次積層して備えるようにした。

#### 【0077】

垂直磁気記録媒体をこのように構成することにより、高記録密度条件下でも良好な電磁変換特性を有する垂直磁気記録媒体およびその製造方法を提供することが可能となる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の垂直磁気記録媒体の第1の構成例を説明するための図である。

【図2】本発明の垂直磁気記録媒体の第2の構成例を説明するための図である。

【図3】本発明の垂直磁気記録媒体の第3の構成例を説明するための図である。

【図4】本発明の垂直磁気記録媒体の第4の構成例を説明するための図である。

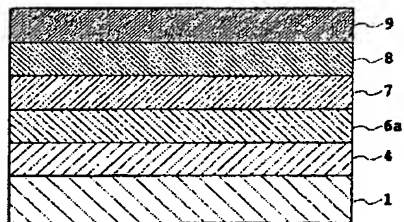
【図5】実施例7および実施例8で示した本発明の垂直磁気記録媒体のスピンスランドテスターによる1周分の出力波形である。

##### 【符号の説明】

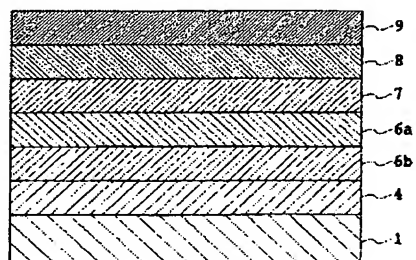
- 1 非磁性基体
- 2 下地層
- 3 磁区制御層
- 4 軟磁性裏打層
- 5 シード層
- 6 a 第1の中間層
- 6 b 第2の中間層
- 7 磁気記録層

- 8 保護層  
9 液体潤滑剤層

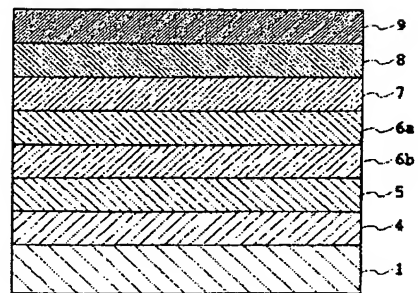
【 図 1 】



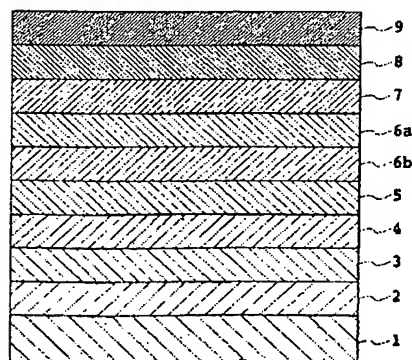
【 図 2 】



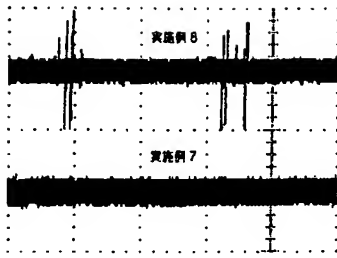
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



BEST AVAILABLE COPY

---

フロントページの続き(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード (参考)

H 0 1 F 10/16

H 0 1 F 10/16

H 0 1 F 10/28

H 0 1 F 10/28

H 0 1 F 10/30

H 0 1 F 10/30

H 0 1 F 41/18

H 0 1 F 41/18

Fターム(参考) 5D112 AA03 AA04 AA05 AA11 BB05 BD03 BD06 FA04

5E049 AA04 BA08 DB02 DB04 DB12 GC01